

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-82723

(P2000-82723A)

(43) 公開日 平成12年3月21日(2000.3.21)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テマコード*(参考)
H 0 1 L 21/60	3 1 1	H 0 1 L 21/60	3 1 1 S
		21/92	6 0 2 L
			6 0 2 R

審査請求 未請求 請求項の数26 O L (全 20 頁)

(21) 出願番号 特願平11-185230

(22) 出願日 平成11年6月30日(1999.6.30)

(31) 優先権主張番号 特願平10-186299

(32) 優先日 平成10年7月1日(1998.7.1)

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000004237

日本電気株式会社

東京都港区芝五丁目7番1号

(72) 発明者 船矢 琢央

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

(72) 発明者 仙波 直治

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

(72) 発明者 松井 孝二

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

(74) 代理人 100096105

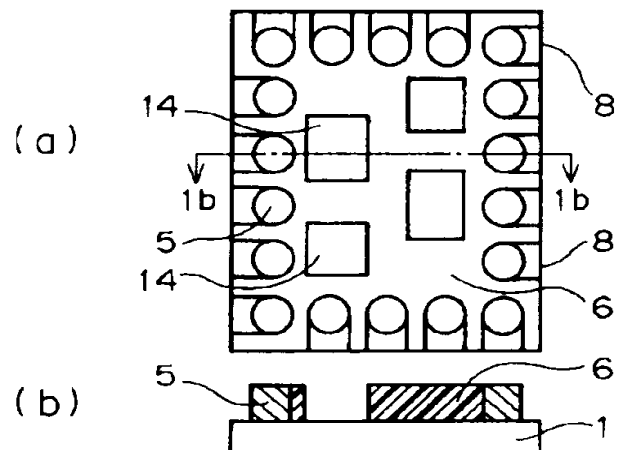
弁理士 天野 広

(54) 【発明の名称】 機能素子及び機能素子搭載用基板並びにそれらの接続方法

(57) 【要約】

【課題】 回路基板と機能素子との熱圧着による接続の際に、樹脂によりデバイス特性に影響を受ける部分に余分な樹脂が付着することを防ぎ、熱硬化性樹脂と電極部分の一括接続を可能にする。

【解決手段】 パンプ5の形成後に封止樹脂層6を設ける場合、露光及び現像によって、フリップチップ接続される回路基板表面の配線に対応する部分8の樹脂、さらには、回路基板表面よりも高い位置に受動素子が実装されている場合には、その受動素子に対応する部分14の樹脂を、パッド部分周辺の樹脂やパンプ部分周辺の樹脂とともに除去する。その後、回路基板と機能素子1とを接続させる。



1 : 機能素子

5 : パンプ

6 : 樹脂層

8 : 配線部分に対応する部分

14 : 受動素子に対応する部分

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 接着性及び封止性を有し、かつ、パターン化された樹脂層が回路面に形成されており、前記樹脂層のパターンは、樹脂によりデバイス特性が影響を受ける部分の周辺、パッド部分又はバンパ部分の周辺、フリップチップ接続される回路基板の配線に対応する部分の周辺、及び、受動素子が実装された回路基板の領域に対応する部分の周辺のうちの少なくとも何れか一つには樹脂層が形成されていないようなパターンである機能素子。

【請求項 2】 前記機能素子の電極パッド上にはバンパが形成されていることを特徴とする請求項 1 に記載の機能素子。

【請求項 3】 前記樹脂層は感光性及び熱硬化性を有する樹脂からなるものであることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の機能素子。

【請求項 4】 前記樹脂層はフリップチップ接続用の機能とパッシベーションの機能とを備えるものであることを特徴とする請求項 1 乃至 3 の何れか一項に記載の機能素子。

【請求項 5】 感光性及び熱硬化性を有する封止樹脂層を機能素子の活性面上に設ける工程と、フリップチップ接続される回路基板の表面の配線に対応する部分の周辺、受動素子が実装された回路基板の領域に対応する部分の周辺、及び、機能素子の回路面において、前記封止樹脂層を構成する樹脂によりデバイス特性が影響を受ける部分の周辺のうちの少なくとも一つ、並びに、パッド部分又はバンパ部分の周辺に前記封止樹脂層が存在しないように、前記封止樹脂層をパターンニングする工程と、を含む機能素子の製造方法。

【請求項 6】 機能素子の電極パッド上にバンパを形成する工程と、前記機能素子の活性面上に感光性及び熱硬化性を有する封止樹脂層を設ける工程と、フリップチップ接続される回路基板の表面の配線に対応する部分の周辺、受動素子が実装された回路基板の領域に対応する部分の周辺、及び、機能素子の回路面において、前記封止樹脂層を構成する樹脂によりデバイス特性が影響を受ける部分の周辺のうちの少なくとも一つ、並びに、前記電極パッド又は前記バンパの周辺に前記封止樹脂層が存在しないように、前記封止樹脂層をパターンニングする工程と、を含む機能素子の製造方法。

【請求項 7】 パッシベーション膜を有していない機能素子の活性面上に感光性及び熱硬化性を有する封止樹脂層を設ける工程と、フリップチップ接続される回路基板の表面の配線に対応する部分の周辺、受動素子が実装された回路基板の領域に対応する部分の周辺、及び、機能素子の回路面にお

て、前記封止樹脂層を構成する樹脂によりデバイス特性が影響を受ける部分の周辺のうちの少なくとも一つ、並びに、パッド部分又はバンパ部分の周辺に前記封止樹脂層が存在しないように、前記封止樹脂層をパターンニングする工程と、を含む機能素子の製造方法。

【請求項 8】 パッシベーション膜を有していない機能素子の電極パッド上にバンパを形成する工程と、前記機能素子の活性面上に感光性及び熱硬化性を有する封止樹脂層を設ける工程と、フリップチップ接続される回路基板の表面の配線に対応する部分の周辺、受動素子が実装された回路基板の領域に対応する部分の周辺、及び、前記機能素子の回路面において、前記封止樹脂層を構成する樹脂によりデバイス特性が影響を受ける部分の周辺のうちの少なくとも一つ、並びに、前記電極パッド又は前記バンパの周辺に前記封止樹脂層が存在しないように、前記封止樹脂層をパターンニングする工程と、を含む機能素子の製造方法。

【請求項 9】 接着性及び封止性を有し、かつ、パターン化された樹脂層が表面に形成されている機能素子搭載用基板であって、前記樹脂層のパターンは、前記基板の表面の配線部分の周辺、受動素子が実装された前記基板の部分の周辺、及び、フリップチップ接続される機能素子の回路面において、前記樹脂層を構成する樹脂によりデバイス特性が影響を受ける領域に対応する部分の周辺のうちの少なくとも一つ、並びに、パッド部分又はバンパ部分の周辺には前記樹脂層が存在しないようなパターンである機能素子搭載用基板。

【請求項 10】 接着性及び封止性を有し、かつ、パターン化された樹脂層が表面に形成されている機能素子搭載用基板であって、前記基板は表面に窪んだ領域を有しており、前記樹脂層は前記窪んだ領域に形成されている機能素子搭載用基板。

【請求項 11】 機能素子が搭載される機能素子搭載用基板であって、前記機能素子の回路面に、接着性及び封止性を有し、かつ、パターン化された樹脂層が形成されている場合に、前記機能素子を前記機能素子搭載用基板上に搭載するときに、前記樹脂層に対応する前記機能素子搭載用基板の領域は窪んだ領域である機能素子搭載用基板。

【請求項 12】 電極パッド上にバンパが形成されていることを特徴とする請求項 9 乃至 11 の何れか一項に記載の機能素子搭載用基板。

【請求項 13】 前記樹脂層は感光性及び熱硬化性を有する樹脂からなるものであることを特徴とする請求項 9 乃至 12 の何れか一項に記載の機能素子搭載用基板。

【請求項 14】 基板の表面に感光性及び熱硬化性を有

する封止樹脂層を設ける工程と、

前記基板の表面上の配線部分の周辺、受動素子が実装された前記基板の部分の周辺、及び、フリップチップ接続される機能素子の回路面において、前記封止樹脂層を構成する樹脂によりデバイス特性に影響を受ける部分の周辺のうちの少なくとも一つ、並びに、パッド部分又はバンプ部分の周辺に前記封止樹脂層が存在しないように、前記封止樹脂層をパターンニングする工程と、を含む機能素子搭載用基板の製造方法。

【請求項 15】 基板の電極パッド上にバンプを形成する工程と、

前記基板の表面に感光性及び熱硬化性を有する封止樹脂層を設ける工程と、

前記基板の表面上の配線部分の周辺、受動素子が実装された前記基板の部分の周辺、及び、フリップチップ接続される機能素子の回路面において、前記封止樹脂層を構成する樹脂によりデバイス特性に影響を受ける部分の周辺のうちの少なくとも一つ、並びに、前記電極パッド又は前記バンプの周辺に前記封止樹脂層が存在しないように、前記封止樹脂層をパターンニングする工程と、を含む機能素子搭載用基板の製造方法。

【請求項 16】 機能素子及び回路基板の少なくとも何れか一方には電極パッドが形成されており、該電極パッドと前記機能素子又は前記回路基板との間はバンプにより接続されており、

前記機能素子と前記回路基板の間には、接着性及び封止性を有する樹脂層が存在し、

前記樹脂層は、前記回路基板の配線部分の周辺、前記機能素子と前記回路基板の間において実装されている受動素子の周辺、前記機能素子の回路面において、前記樹脂層を構成する樹脂によりデバイス特性に影響を受ける部分の周辺、前記電極パッドの周辺、及び、前記バンプの周辺には前記樹脂層が存在しないようにパターン化されている機能素子と基板との接続構造。

【請求項 17】 前記樹脂層は感光性及び熱硬化性を有する樹脂からなるものであることを特徴とする請求項 16 に記載の機能素子と回路基板との接続構造。

【請求項 18】 請求項 16 又は 17 に記載の接続構造を形成する方法であって、

接着性及び封止性を有する樹脂層を介して機能素子と回路基板とを接続する接続工程を備え、

前記接続工程においては、前記回路基板に実装された受動素子、又は、前記機能素子の回路面において、前記樹脂層を構成する樹脂によりデバイス特性に影響を受ける部分の温度を他の部分より大きくすることを特徴とする機能素子と回路基板との接続構造を形成する方法。

【請求項 19】 前記樹脂層は感光性及び熱硬化性を有する樹脂からなるものであることを特徴とする請求項 18 に記載の機能素子と回路基板との接続構造を形成する方法。

【請求項 20】 請求項 1 乃至 4 の何れか一項に記載の機能素子と回路基板とのフリップチップ接続において、接着性及び封止性を有する樹脂と電極部分とを一括して熱圧着する工程を備える機能素子と回路基板の接続方法。

【請求項 21】 請求項 1 乃至 4 の何れか一項に記載の機能素子と回路基板とを接着性及び封止性を有する樹脂層を介して接続する接続工程を備え、

前記接続工程においては、前記回路基板に実装された受動素子、又は、前記機能素子の回路面において、前記樹脂層を構成する樹脂によりデバイス特性に影響を受ける部分の温度を他の部分より大きくすることを特徴とする機能素子と回路基板の接続方法。

【請求項 22】 請求項 9 乃至 13 の何れか一項に記載の機能素子搭載用基板を用いて行う機能素子と回路基板とのフリップチップ接続において、接着性及び封止性を有する樹脂と電極部分とを一括して熱圧着する工程を備える機能素子と回路基板の接続方法。

【請求項 23】 請求項 9 乃至 13 の何れか一項に記載の機能素子搭載用基板を用いて、感光性及び熱硬化性を有する封止樹脂層を介して機能素子と回路基板とを接続する接続工程を備え、

前記接続工程においては、前記回路基板に実装された受動素子、又は、前記機能素子の回路面において、前記封止樹脂層を構成する樹脂によりデバイス特性に影響を受ける部分の温度を他の部分より大きくすることを特徴とする機能素子と回路基板の接続方法。

【請求項 24】 接着性及び封止性を有するパターン化された樹脂層を介して機能素子と回路基板とを接続する接続工程を備え、

前記接続工程においては、電極間導通部分の接続は、バンプと、該バンプに対応する電極パッドとを接触させた状態の下で、超音波を印加することにより行い、続いて、又は、同時に、前記樹脂層と、前記樹脂層に対応する密着面との間の接続を熱圧着により行うものである機能素子と回路基板の接続方法。

【請求項 25】 請求項 9 乃至 13 の何れか一項に記載の機能素子搭載用基板と機能素子とを接続する接続工程を備え、

前記接続工程においては、電極間導通部分の接続は、バンプと、該バンプに対応する電極パッドとを接触させた状態の下で、超音波を印加することにより行い、続いて、又は、同時に、前記機能素子搭載用基板に形成された樹脂層と、該樹脂層に対応する機能素子側密着面との間の接続を熱圧着により行うものである機能素子と機能素子搭載用基板の接続方法。

【請求項 26】 請求項 9 乃至 13 の何れか一項に記載の機能素子搭載用基板と機能素子とを接続する接続工程を備え、

前記接続工程においては、電極間導通部分の接続は、バ

ンプと、該パンプに対応する電極パッドとを接触させた状態の下で、超音波を印加することにより行い、続いて、又は、同時に、前記機能素子にパターン形成された樹脂層と、該樹脂層に対応する機能素子搭載用基板側密着面との間の接続を熱圧着により行うものである機能素子と機能素子搭載用基板の接続方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は機能素子及び機能素子搭載用基板に関し、特に、フリップチップ接続のための機能素子、機能素子搭載用基板、機能素子の製造方法、機能素子搭載用基板の製造方法、機能素子と回路基板の接続構造、及び、機能素子と回路基板の接続方法に関する。

【0002】

【従来の技術】例えば、特許第2503735号公報、特許第2661382号公報、特開平5-036761号公報、特開平6-021149号公報、特許第2660943号、特願平10-186299号、特許第2655496号に記載されているように、機能素子と回路

基板とを接続させることが広く行われている。

【0003】感光性及び熱硬化性を備えた封止樹脂を用いて行う機能素子と回路基板との従来の接続方法の一例を図10に示す。図10(a)は、機能素子上に形成された封止樹脂パターンを示す平面図であり、図10

(b)は、図10(a)の10b-10b線における断面図である。

【0004】従来の接続方法においては、先ず、図10(a)に示すように、機能素子1の活性面（又は、回路基板の表面）上にパンプ5（回路基板の場合は、電極パッド）を形成する。次いで、機能素子1の活性面に樹脂6を塗布し、露光及び現像によって、図10(b)に示すように、パンプ5上の樹脂6のみを選択的に除去して

いた。

【0005】特開平11-67830号に開示されている接続方法においては、感光性及び熱硬化性を備えた封止樹脂を用いてSAW素子と回路基板とを接続させる際に、SAW素子の活性面表面に樹脂を塗布した後、露光及び現像によって、パッド又はパンプ上だけではなく、振動伝搬部（I. D. T. 電極）上の樹脂も除去している。ただし、フリップチップ接続される回路基板側の電極配線部分に対応する部分の樹脂は除去されない。

【0006】特開平10-326798号に開示されている接続方法においては、感光性及び熱硬化性を備えた封止樹脂を用いて機能素子と回路基板とを接続させる際に、機能素子の活性面表面や回路基板の表面に樹脂を塗布した後、露光及び現像によって、不要な部分の樹脂を除去し、樹脂パターンを形成している。ただし、回路基板側の配線部分に対応する部分の樹脂、あるいは、回路基板にL、C、Rその他の受動素子が実装されている場

合には、それらの受動素子の領域に対応する部分の樹脂は除去されない。

【0007】いずれの場合にも、図11に示すように、接続後において、回路基板10上の配線層9の高さと機能素子1のパンプ5の高さとの和に等しい幅を有する隙間が回路基板10の表面と機能素子1との間に生じることが避けることができない。このため、接続前処理として、この隙間を埋めるために十分な厚さを有する、感光性及び熱硬化性を備えた封止樹脂6を機能素子1及び回路基板10の何れか一方に塗布しなければならなかった。

【0008】また、回路基板10上に形成されている配線層9の厚さと同じ幅だけ封止樹脂6が潰れないと、樹脂6の表面が回路基板10上の配線層9の上部にのみ接触し、回路基板10の表面に接触しなくなる。このため、熱圧着によって機能素子1と回路基板10とを接続させるときには、大きな圧力を加えることが必要であった。

【0009】図11に示すように、回路基板10にL、C、R等の受動素子15が実装されている場合には、樹脂6はこれらの受動素子15の高さの分に対しても潰れてはならないため、さらに大きな圧力を加えることが必要であった。

【0010】また、上述の特開平11-67830号や特開平10-326798号のように、特定の箇所が接続後に空間を形成し、その空間が封止されるような樹脂パターンを予め形成した機能素子や回路基板を用いて双方を接続する場合、受動素子やチップ回路面において、熱圧着時に、その樹脂パターンを構成する樹脂によりデバイス特性に影響を受ける部分に余分な樹脂が発生し、付着することがあった。

【0011】感光性および熱硬化性を備えた封止樹脂を用いた機能素子と回路基板との接続の他の従来例を図13に示す。

【0012】この接続においては、図13(a)に示すように、機能素子1上に、電極パッド3上に形成されているパンプ5の周辺部分のみが除去されるようにパターン化された接着樹脂層6を形成し、その後、図13

(b)に示すように、機能素子1と回路基板8とを熱圧着することにより、樹脂6を介しての絶縁部分の接続と、機能素子1のパンプ5と回路基板8の電極9とを介しての導通部分の接続とを一括して行っていた。

【0013】また、特開平10-335373号公報に示すような半導体素子と回路基板との接続においては、最初に、図14(a)に示すように、回路基板8上に形成されている電極9は接着樹脂14で覆われる。その後、図14(b)に示すように、機能素子1と回路基板8とを加熱かつ圧接し、機能素子1に形成した電極パッド3上のパンプ5と回路基板8の電極9とを接触させた状態で、超音波を付加し、最終的に、接着樹脂14を硬

化させていた。

【0014】

【発明が解決しようとする課題】以上のように、感光性及び熱硬化性を備えた封止樹脂を用いて行う機能素子と回路基板との従来の接続方法（図10乃至図12）は次のような問題点を有していた。

【0015】第1の問題点は、機能素子の活性面表面に感光性及び熱硬化性を備えた封止樹脂を塗布した後、露光及び現像によって、パッドやパンプ上の樹脂のみを選択的に除去する場合、図11に示すように、接続時に、回路基板10上に形成されている配線層9の厚さだけ、又は、回路基板10にL、C、R等の受動素子15が実装されている場合には受動素子15の高さと同じ高さだけ、樹脂6が潰れるか、あるいは、配線層9又は受動素子15が潰れないと、封止樹脂6の表面がフリップチップ接続される回路基板10の表面に達しないという点である。

【0016】その理由は次の通りである。機能素子1と回路基板10との接続時において、感光性及び熱硬化性を備えた封止樹脂として流動性のある樹脂を用いると、この樹脂が設計上樹脂6が存在しないことが要求される領域に入り込むことがあるため、流動性の少ない樹脂を用いることが多い。従って、大きな圧力を加えないと、この流動性の少ない樹脂は潰れない。

【0017】このような樹脂を用いて機能素子1と回路基板10とを熱圧着する場合、前述のように、樹脂6が潰れるか、あるいは、配線層9又は受動素子15が潰れないと、封止樹脂6の表面がフリップチップ接続される回路基板10の表面に達しないため、接続時の圧力は大きくせざるを得ない。

【0018】熱圧着による機能素子1と回路基板10との接続に要する圧力が大きくなると、機能素子1、パンプ5、回路基板10、回路基板10内の受動素子15等に構造的破壊や構造的欠陥を生じることがある。このような構造的破壊や構造的欠陥は、回路全体の抵抗値の増加や長期信頼性のない接続状態を招く。

【0019】仮に、構造的な破壊又は欠陥を生じない程度の圧力で熱圧着しても、封止樹脂6の表面が回路基板10の表面に達しないことが多く、このような場合には、図11に示すように、封止樹脂層6に気泡又は空隙12が発生し、信頼性のある接続状態を得ることができない。

【0020】第2の問題点は、回路基板10の表面に感光性及び熱硬化性を備えた封止樹脂6を塗布する場合、機能素子1との接続後の回路基板10の配線層9の高さが大きいほど、樹脂6の表面に凹凸が発生しやすくなることである。また、回路基板10上に実装された受動素子15によっても、塗布後の樹脂6の表面に凹凸が発生しやすくなることも問題点の一つである。

【0021】その理由は次の通りである。回路基板10

の配線層9の高さが大きい領域や回路基板10に受動素子15が実装された領域は、封止樹脂6の塗布後において、樹脂6の表面が突出しやすく、凹凸がしやすい。封止樹脂6の厚さが不均一になると、機能素子1と回路基板10との接続時に、配線層9上において樹脂6が突出している部分が最初に機能素子1の活性面表面に当たる。このため、接続時の圧力が小さいと、樹脂6全面が機能素子1の活性面表面に密着しないため、樹脂層6に気泡又は空隙12を巻き込むことになる。

10 【0022】樹脂6の全面を機能素子1の活性面に密着させるためには、より大きな圧力が必要となり、機能素子1、パンプ5、回路基板10、回路基板10内の受動素子15等に構造的な破壊又は欠陥が生じる。逆に、樹脂6の厚さを均一にするために、粘度の高い封止樹脂を用いて樹脂層6の厚さを大きくすると、スピンコート、カーテンコート又は印刷法などによって樹脂6を塗布する際に、気泡を巻き込み易くなる。また、感光性樹脂はそれぞれ固有のアスペクト比を有しているため、封止樹脂を厚く塗布する場合は、薄く塗布する場合に比べて、形成可能な微小パターン寸法の限界が生じる。

20 【0023】第3の問題点は、機能素子の電極パッド上にメッキパンプ、ボールパンプ、スタッドパンプ等のパンプを形成し、活性面表面に感光性及び熱硬化性を備え、かつ、流動性の小さい封止樹脂を塗布し、露光及び現像によって、電極パッドやパンプ周辺の封止樹脂を除去する場合、密着型露光機を用いると、図12(b)に示すように、機能素子1の電極パッド3上に形成したパンプの先端11がフォトマスク7によって潰れてしまうことがある点である。

30 【0024】その理由は以下の通りである。感光性及び熱硬化性を備え、かつ、流動性の小さい封止樹脂を、例えば、厚さ20 μ m以上の銅箔を電極配線として用いて形成された既存のプリント基板に接続する場合について考える。この場合、この封止樹脂が配線厚さと同じ長さだけ潰れないと、封止樹脂の表面が回路基板の表面に達しない。このため、封止樹脂とプリント基板との接続には大きな圧力を必要とするので、封止樹脂やプリント基板に構造欠陥が生じたり、あるいは、封止樹脂層に空隙12が発生することがあり、このような場合は、良好な接続状態を得ることは困難である。

40 【0025】配線層の厚さを小さくして回路基板の表面と配線層との間の段差を小さくしたり、あるいは、回路基板の表面にソルダーレジストを設け、配線層の見かけ上の厚さを小さくする場合、図12(a)に示すように、機能素子1の電極パッド3上に形成したパンプ5の先端が回路基板の電極パッド部分に接触するように、パンプ5の高さが樹脂6の厚さと同じに、又は、樹脂6の厚さよりも大きくなるようにすることが必要となる。

50 【0026】その結果、図12(b)に示すように、露光時に密着型露光機を用いると、フォトマスク7が封止

樹脂6に密着したときに、同時に、フォトリソマスク7がパンプ先端11を潰してしまう。パンプ先端11を潰すと、接続前のパンプ5の高さが小さくなり、熱圧着によって封止樹脂6の表面が回路基板の表面に達したとしても、パンプ5と回路基板の電極パッドとが接触しないことがある。

【0027】第4の問題点は、従来の熱圧着による接続方法においては、チップ回路面において樹脂によりデバイス特性に影響を受ける部分の周辺、パンプ部分の周辺及びパッド部分の周辺の樹脂を除去した状態で、感光性及び熱硬化性を備えた封止樹脂を介して、機能素子と回路基板又は回路基板同士を接続する場合、受動素子やチップ回路面において樹脂によりデバイス特性に影響を受ける部分に、熱圧着時に発生する余分な樹脂が付着することである。

【0028】その理由は、接続前にチップ活性面に封止樹脂を塗布し、チップ回路面において樹脂によりデバイス特性に影響を受ける部分の周辺の樹脂を、パンプ部分の周辺やパッド部分の周辺の樹脂とともに、露光及び現像時に除去しても、熱圧着時の温度上昇によって発生した有機物のガスが冷却され、最終的にチップ回路面において樹脂によりデバイス特性に影響を受ける部分に樹脂が凝集及び付着するためである。

【0029】また、図13及び図14に示したような機能素子と回路基板との接続方法は次のような問題点を有していた。

【0030】第1の問題点は、熱圧着による接続では、パンプと電極パッドの導通部分の接続に要する時間が長いということである。

【0031】その理由は、半導体や回路基板などの部材の耐熱温度を考えると、400℃以上の温度で熱圧着接続を行うことは困難である。はんだ、インジウムのような低融点金属パンプで溶融接合をする場合とは異なり、金パンプ等の高融点金属を用いる場合には、熱による金属原子の拡散接合を行う。そのため、加圧と同時に熱を加えている時間が約20秒以上は必要となるためである。

【0032】第2の問題点は、図13に示したような従来の熱圧着による導通部分と絶縁部分との一括接続の場合、金属パンプの接続最適条件と、感光性及び熱硬化性を備えた封止樹脂による接続最適条件とを同時に満たす条件を探すことは困難である点である。

【0033】その理由は、パンプと感光性及び熱硬化性を備えた封止樹脂とに同時に熱及び荷重が加わることになるため、パンプが高融点金属の場合、接続温度は高く設定することが望ましいが、樹脂はガラス転移温度以上の温度においては炭化が進行するため、パンプの接続最適条件と、感光性及び熱硬化性を備えた封止樹脂による接続最適条件とを同時に満たす条件を求めることはほぼ不可能である。

【0034】第3の問題点は、図13に示したような従来の熱圧着による導通部分と絶縁部分との一括接続の場合、接続時に加わる荷重によって、機能素子や回路基板にダメージを与えてしまい、接続信頼性を損ねてしまう点である。

【0035】その理由は、パンプの数が多いほど、感光性及び熱硬化性を備えた封止樹脂の表面積は大きくなり、機能素子と回路基板との熱圧着時において、加える荷重を大きくする必要があるためである。

【0036】また、高弾性の樹脂を使用する場合にも、図14(b)に示すように、接着樹脂全面を機能素子及び回路基板の表面に密着させるためには、接着樹脂表面に存在する凹凸のために、高荷重を必要とするためである。

【0037】第4の問題点は、図13に示すような従来の熱圧着による導通部分と絶縁部分との一括接続の場合、接続後の電気検査によって導通不良となった接続体を抽出し、再度、機能素子と回路基板とを接続することは困難であるという点である。

【0038】その理由は、高融点金属パンプによる導通部分の接続を考えた場合、接続温度は感光性及び熱硬化性を備えた封止樹脂の硬化温度付近、又は、それ以上であることが多い。ここで用いられる接着樹脂は熱硬化性樹脂であるので、熱圧着時には硬化反応が進行してしまう。硬化した樹脂を溶剤により溶かすことは困難である。このため、機能素子と回路基板のそれぞれの部材を破壊せずに、相互を剥離することは極めて困難である。

【0039】第5の問題点は、図13に示すような従来の熱圧着による導通部分と絶縁部分との一括接続の場合、図13(b)に示すような熱圧着の際、加圧により、低弾性かつ流動性のある樹脂は、導通接続部分や、機能素子のデバイス特性に影響を与える部分に流れ込み、信頼性のない接続状態になってしまう点である。

【0040】その理由は、図13のような従来の熱圧着による導通部分と絶縁部分との一括接続の場合、パンプを介しての電極間の接続をも考慮すると、樹脂のみの接続に比べて、荷重を大きくする必要がある。そのため、感光性及び熱硬化性を備えた封止樹脂は、絶縁接続ができた状態になった後で、更に、荷重が加わるために、機能素子と回路基板との隙間を流れ、導通接続部分や、機能素子のデバイス特性に影響を与える部分に流れ込み、信頼性のない接続状態となる。

【0041】第6の問題点は、図14に示したような機能素子と回路基板との接続においては、図14(a)に示すように、回路基板上の電極を接着樹脂で覆い、その後、図14(b)に示すように、機能素子と回路基板とを加熱、圧接し、パンプを介して機能素子の電極パッドと回路基板の電極とを接触させる工程において、パンプと回路基板の電極との間に接着樹脂を巻き込む危険性がある点である。

10

20

30

40

50

【0042】また、加熱により、機能素子と回路基板との間の隙間において、接着樹脂の内部から気泡が発生する。この結果、接着樹脂が流動し、機能素子を吸着しているツールのヘッド表面を樹脂で汚してしまうことがある。

【0043】さらに、超音波によるパンプと回路基板の電極との間の接続においては、接着樹脂の存在により、超音波振動を全てのパンプに均一に与えることが困難になっている。

【0044】その理由は、図14に示したような方法を用いる場合、低荷重でパンプと回路基板の電極とを接触させる場合、接着樹脂は室温で流動性が有ることが望ましい。しかしながら、パンプ直下の接着樹脂は回路基板の電極との間に残留する危険性があり、仮に、パンプと電極との間に接着樹脂が残留すると、導通部の抵抗値を大きくする。

【0045】また、接続と同時に加熱しているために、溶剤の揮発による気泡が樹脂内部から発生するため、接着樹脂の硬化後においても、接着樹脂が機能素子と回路基板との間の隙間に残留する。

【0046】また、接着樹脂は、機能素子と回路基板とを圧接する際、機能素子と回路基板との間の隙間から外の方に流れるために、マウンターのツール・ヘッド部分を汚してしまうことがある。このため、接続後のヘッドの洗浄を考えると、量産工程としては不利である。

【0047】超音波によるパンプと回路基板の電極との間の接続においても、気泡やパンプ直下の残留樹脂により、パンプの全体に均一な超音波を印加することは困難である。

【0048】本発明は以上のような従来技術における問題点に鑑みてなされたものであり、回路基板と機能素子との間の接着性及び封止性を有する樹脂層と電気的導通部分とに欠陥を含まず、信頼性のあるフリップチップ接続が可能であり、かつ、封止樹脂と電気的導通部分との接続を同時に行うことができる機能素子及び機能素子搭載用基板を提供することを目的とする。

【0049】さらに、本発明は、パターン形成された感光性及び熱硬化性を備えた封止樹脂を介しての回路基板と機能素子との熱圧着による接続時に、熱圧着時に発生する余分な樹脂が受動素子や、チップ回路面において樹脂によりデバイス特性に影響を受ける部分に付着することを防ぎ、熱硬化性樹脂と電極部分とを一括して接続する方法を提供することを目的とする。

【0050】さらに、本発明は、機能素子と機能素子搭載用基板との間のパンプによる導通部分の接続と感光性及び熱硬化性を備えた封止樹脂による絶縁部分の接続を行う工程において、接続時間短縮による生産性向上と、接続時における機能素子や基板等の部材へのダメージを防ぎ、さらに、接続樹脂の炭化を防ぎ、接続信頼性の高い接続方法を提供することを目的とする。

【0051】

【課題を解決するための手段】図1(a)、(b)に示すように、機能素子と回路基板のフリップチップ接続の前処理として、機能素子1の活性面上に感光性及び熱硬化性を備えた封止樹脂層6を設ける場合、露光及び現像によって、フリップチップ接続される回路基板の表面の配線に対応する部分8の周辺、回路基板表面よりも高い位置にL、C、Rなどの受動素子が存在する場合にはその領域に対応する部分14の周辺、機能素子1の回路面において樹脂によりデバイス特性に影響を受ける部分の周辺について、パッド部分の周辺やパンプ5の周辺とともに樹脂6を除去する。

【0052】また、機能素子と回路基板とのフリップチップ接続の前処理として、回路基板の表面上に感光性及び熱硬化性を備えた封止樹脂層を設ける場合、露光及び現像によって、回路基板の表面の配線部分の周辺、回路基板の表面よりも高い位置にL、C、Rなどの受動素子が存在する場合にはその領域の周辺、及び、回路基板と接続される機能素子の回路面において樹脂によりデバイス特性に影響を受ける部分の周辺の樹脂をパッド部分の周辺やパンプ部分の周辺の樹脂とともに除去する。

【0053】このようにして得られた機能素子又は機能素子搭載用基板を用いて、機能素子と回路基板とのフリップチップ接続や回路基板同士の熱圧着接続を行う。機能素子の回路面において樹脂によりデバイス特性に影響を受ける部分が存在し、露光及び現像時にその部分の周辺の樹脂が除去される場合、熱圧着又は冷却の際、回路基板側の温度を機能素子側の温度より低くする。これによって、熱圧着時に発生する有機物ガスが冷却時に回路基板に凝集及び付着するようにすることができる。

【0054】また、回路基板の表面に樹脂によりデバイス特性に影響を受ける受動素子が存在し、露光及び現像時にその部分の周辺の樹脂が除去される場合、熱圧着又は冷却の際、回路基板側の温度を機能素子側の温度より高くする。これによって、熱圧着時に発生する有機物ガスが冷却時に機能素子に凝集及び付着するようにしてもよい。

【0055】本発明によれば、機能素子と機能素子搭載用回路基板との接続工程において、図5(a)に示すように、パンプ5と電極9との間の導通部分の接続を室温付近の低温かつ低応力の下で超音波を付加させることによって行い、続いて、又は、同時に、図5(b)に示すように、熱圧着により、感光性及び熱硬化性を備えた封止樹脂6の絶縁部分の接続を行う。更に、複数のパッケージを相互に接続した後、乾燥機中において樹脂を硬化させる。

【0056】超音波を印加させることにより導通部分の接続に要する時間を大幅に短縮することができる。また、その後の絶縁部分の接続についても、室温付近においてタック性があり、かつ、低弾性の樹脂を用いること

により、低温、低応力、短時間で絶縁部分の熱圧着接続を行うことが可能である。更に、超音波による導通部分の接続と熱圧着による接続とを同時に行えば、接続工程に要する時間を更に短縮することができる。

【0057】回路基板8に感光性及び熱硬化性を備えた封止樹脂6のパターンを形成する場合には、その樹脂パターンの直下の部分において、あるいは、機能素子1に樹脂パターンを形成する場合には、樹脂6が密着する部分において、図5に示すように、回路基板8には、窪み13が設けられる。

【0058】このような窪み13を設けることにより、低弾性の感光性及び熱硬化性を備えた封止樹脂が、熱圧着の際に、回路基板8と機能素子1との間の隙間を流れることを防止することができる。この窪み13は、パンプ5の高さと樹脂パターン6の厚みとの差が小さい場合に、超音波によって樹脂パターンが変形することを防止する。

【0059】なお、図5においては、パンプ5は機能素子1に設けられているが、パンプ5を回路基板8に設けておくこともできる。

【0060】

【作用】本発明に係る機能素子及び機能素子搭載用基板においては、接続時に機能素子又は機能素子搭載用基板のパンプ、または、回路基板の配線部分のパンプが当たる部分が潰れるだけであり、樹脂は回路基板の配線部分には当たらない。また、回路基板の表面よりも高い位置にL、C、Rなどの受動素子が存在する場合であっても、樹脂はそれらの受動素子には当たらない。

【0061】このため、図2に示すように、配線層9の高さや受動素子15の高さと同じ長さだけ樹脂6が潰れなくても、樹脂6は機能素子1の活性面表面と回路基板10の表面に密着する。従来は、露光及び現像の際に、感光性及び熱硬化性を備えた封止樹脂をパッド部分の周辺やパンプ部分の周辺についてのみ除去していたが、本発明によれば、この従来の接続方法に比べて、小さな圧力で接続を行うことができ、かつ、封止樹脂層6に気泡又は空隙12を含まず、構造的欠陥の少ない信頼性の高い接続を実現することができる。

【0062】また、封止樹脂6が潰れなくても、樹脂6は機能素子1の表面と回路基板10の表面に密着するので、封止樹脂層6の厚さは回路基板10上の配線層9の厚さと機能素子1上のパンプ5の高さの和に等しくなるように設定すればよい。このため、パンプ5の高さを自由に設定することができる。このため、機能素子1と回路基板10とを接続させる際に、機能素子1に形成されたパンプ5の高さを従来に比べて低くすることができるため、パンプ5自体の材料コストを下げることができる。

【0063】また、メッキパンプを形成する場合には、パンプ形成工程時間を短縮することができる。

【0064】また、例えば、厚さ20 μ m以上の銅箔を

用いた既存のプリント回路基板などに機能素子を接続させることも容易であり、接続に適した特別な基板を必要としない。

【0065】さらに、流動性の小さい感光性及び熱硬化性を備えた封止樹脂を用いて機能素子と回路基板とを接続する場合、本発明によれば、接続時に配線上に樹脂が乗ることはない。このため、予めパンプの高さを封止樹脂層の厚さより小さく設計しても、パンプ先端を電極部分に接触させることができる。このため、密着型露光機を用いて露光する際、パンプ先端を潰すことなく、接続時の圧力を大きくする必要はなくなる。すなわち、封止樹脂層に気泡を含まず、構造的欠陥の少ない信頼性の高い接続を小さな接続圧力で実現することが可能となる。

【0066】また、パターン形成された感光性及び熱硬化性を備えた封止樹脂を介して、回路基板と機能素子とを熱圧着により接続させる場合、熱圧着時に発生する余分な樹脂が受動素子や、チップ回路面において樹脂によりデバイス特性に影響を受ける部分に付着することを防ぐことができ、熱硬化性樹脂と電極部分とを一括して接続させることが可能となる。

【0067】また、本発明によれば、機能素子と機能素子搭載用基板との接続において、パンプ5による導通部分の接続は、低荷重かつ室温付近の低温の下において、超音波を印加させることにより行われる。さらに、感光性及び熱硬化性を備えた封止樹脂による接続を、室温付近においてタック性があり、かつ、低弾性の樹脂を用いることにより行えば、低温、低応力、短時間で絶縁部分の熱圧着接続が可能であるため、導通部分の接続に要する時間を約1秒、絶縁部分の接続に要する時間を約1秒とすることができる。すなわち、接続工程を2秒程度で処理することが可能になる。

【0068】特許第2503735号、特許第2661382号、特開平5-036761号公報、特許第2660943号、特開平6-021149号公報、特願平10-186299号、特許第2655496号のような、従来の感光性および熱硬化性を備えた封止樹脂を用いた機能素子と回路基板との接続においては、図13

(b)に示すように、熱圧着により、感光性及び熱硬化性を備えた封止樹脂による絶縁部分の接続と、パンプを介しての電極間の導通部分の接続とが一括して行われる。この場合、本発明によれば、熔融接続することができないパンプを用いた場合の熱圧着に要する時間と比較して、大幅に接続時間を短縮することが可能であり、生産性を向上させることができる。

【0069】また、本発明による接続方法によれば、パンプによる導通部分の接続と樹脂による絶縁部分の接続とを、図5(a)に示すような超音波の印加による接続と図5(b)のような熱圧着による接続との2つの接続方式に振り分けている。このため、樹脂による絶縁部分の接続とパンプを介しての電極間の導通部分の接続とを

10

20

30

40

50

一括して行う場合であっても、パンプの接続最適条件と、感光性及び熱硬化性を備えた封止樹脂による接続最適条件とを同時に満たす条件を求める必要はなく、各々の最適条件を用いることができるため、信頼性の高い接続を達成することが可能となる。

【0070】さらに、パンプ接続に続いて行われる超音波による熱圧着においては、回路基板または機能素子表面に樹脂が密着するための荷重が作用するだけであり、図13(b)に示すような感光性及び熱硬化性を備えた封止樹脂による絶縁部分の接続とパンプによる電極間の導通部分の接続とを一括して行う従来の熱圧着のように、樹脂と同時にパンプを潰すことを目的とした高荷重を作用させることは必要ではない。このため、機能素子や機能素子搭載用回路基板等の各部材へのダメージを少なくすることが可能である。

【0071】本発明において用いられる感光性及び熱硬化性を備えた封止樹脂は、図5(b)に示すような熱圧着の際に、約1秒間程度、樹脂の硬化温度以下の温度で加熱されるだけであるので、熱による硬化反応はほとんど進行しない。すなわち、接続後においては接着樹脂は熱可塑性の状態にあるため、電気検査で接続不良のパッケージが発見された場合、温度を上げた状態で容易に接続後のパッケージの機能素子を機能素子搭載用基板から剥離することができる。それらの機能素子、機能素子搭載用基板は、再度、接続に使用することができる。電気検査で接続良好と判定されたパッケージは複数個をまとめて乾燥機に入れ、接着樹脂を硬化させることができるので、1個のパッケージの樹脂硬化に要する時間を短縮することができる。

【0072】さらに、感光性及び熱硬化性を備えた封止樹脂は、パターン形成の工程において、露光前の乾燥により既に光硬化の状態にあり、露光によってさらに光硬化した状態になるので、図14に示したような流動性の高い樹脂の場合と異なり、マウンターのツール・ヘッド部分を汚す心配はなく、樹脂内部からの気泡の発生も防ぐことができる。

【0073】また、露光現像によってパンプ周辺部分に樹脂のないパターンを形成することが可能であるので、パンプと回路基板の間に樹脂を巻き込むこともない。

【0074】さらに、超音波を印加する際、パンプと電極との接続に係わる領域以外には、機能素子と回路基板とが接触している領域は存在しないため、全てのパンプに均一に超音波を付加することができる。

【0075】

【発明の実施の形態】次に、本発明の一実施形態について図3を参照して説明する。

【0076】機能素子としては、Si、GaAs、LiTaO₃、LiNbO₃又は水晶等に配線層を形成したものが考えられるが、それらには限定されない。また、回路基板としては、有機基板としてプリント基板又はフレ

キシブル基板、セラミクス基板としてアルミナ基板、ガラスセラミクス基板又はガラス基板などが好適であるが、これらには限定されない。図3は、熱圧着によるフリップチップ接続前のパンプ形成工程と、感光性及び熱硬化性を有する封止樹脂層の形成工程のプロセスフローを示している。

【0077】図3は次の4つのケースのプロセスフローを表している。

(1) 接続前に機能素子にパンプを形成し、次いで、封止樹脂層を設ける場合(図3のBの場合)

(2) 機能素子にパンプを形成し、次いで、回路基板に封止樹脂層を設ける場合(図3のAの場合)

(3) 回路基板の電極パッドにパンプを形成し、次いで、機能素子に封止樹脂層を設ける場合(図3のCの場合)

(4) 回路基板の電極パッドにパンプを形成し、次いで、封止樹脂層を設ける場合(図3のDの場合)

上記の4つのケースに至るまでの工程は共通である。

【0078】まず、ステップ101において、機能素子ウェハ又は回路基板を準備する。準備された機能素子ウェハ又は回路基板には、機能素子や回路基板の耐熱温度、パッドのピッチ、パッドの大きさなどの条件に応じて、次の何れかの方法により、パンプが形成される。パンプは純金属又は合金で形成される。

【0079】第一の方法によれば、ステップ102において、機能素子ウェハ又は回路基板に導電性薄膜を形成した後、ステップ103において、メッキパンプを形成する。その後、ステップ104において、導電性薄膜をエッチングにより除去する。

【0080】第二の方法によれば、ステップ105において、機能素子ウェハ又は回路基板の表面上にスタッドパンプが形成される。

【0081】第三の方法によれば、ステップ106において、機能素子ウェハ又は回路基板の表面上にボールパンプが転写される。

【0082】第四の方法によれば、ステップ107において、機能素子ウェハ又は回路基板の表面上にペースト印刷が施された後、ステップ108において、リフローされることにより、パンプが形成される。

【0083】機能素子ウェハ又は回路基板の何れにパンプを形成したかによって、以下の工程は異なる(ステップ109)。

【0084】機能素子ウェハにパンプを形成した場合には、その機能素子ウェハに樹脂を塗布するか否かが決められる(ステップ110)。樹脂を塗布しない場合には、ステップ111において、その機能素子ウェハをダイシングした後、上記の(2)の工程が開始される。一方、樹脂を塗布する場合には、上記の(1)の工程が開始される。

【0085】回路基板にパンプを形成した場合には、そ

の回路基板に樹脂を塗布するか否かが決められる（ステップ112）。樹脂を塗布しない場合には、上記の（3）の工程が開始される。一方、樹脂を塗布する場合には、上記の（4）の工程が開始される。

【0086】まず、上記の（1）の場合、すなわち、機能素子ウェハにパンプを形成し、さらに、樹脂を塗布する場合（図3のBの場合）について説明する。

【0087】前述のように、ウェハの形状をした機能素子の電極パッド上にパンプを形成する。一例として、メッキパンプを形成する場合を以下に説明する。

【0088】最初の状態では、図4（a）に示すように、機能素子1の活性面上にはパッシベーション膜2と電極パッド3とが露出している。

【0089】次いで、図4（b）に示すように、パッシベーション膜2及び電極パッド3上にスパッタ装置又は蒸着装置を用いて、膜厚0.01 μ m乃至0.1 μ m程度のTi薄膜層とPd薄膜層や、Cr薄膜層とPd薄膜層、Cr薄膜層とCu薄膜層等の導電性薄膜4を作成する。

【0090】その後、ロールコーター、カーテンフローコーター、スクリーン印刷、スピンコーターなどにより、厚さ1 μ m乃至100 μ mのメッキレジストを塗布し、露光及び現像によって、電極パッド部分周辺の樹脂を除去するようなレジストパターンを形成した後、電解メッキによりパンプ5を作成する。

【0091】Auメッキパンプを作成する場合には、Niメッキ、Auストライクメッキ、Auメッキの順で電解メッキすることにより、好適にAuパンプを形成することができるが、この方法に限定されるものではない。電解メッキによれば、CuパンプやAgパンプ等も作成できる。

【0092】パンプ5の形成後、メッキレジストはMEKやアルコール等の溶剤を用いてウェットエッチングする。電解メッキのために作成した導電性薄膜4は、ウェットエッチング法やドライエッチング法により、パンプ5及び電極パッド3以外の部分が除去される。この段階における状態は図4（b）に示す通りである。

【0093】図4（a）の状態から形成されるパンプとしては、この他に、Auスタッドパンプ、ボール転写法によるAuパンプ、Inパンプ、半田パンプ、Cuパンプ、その他の合金などのボールパンプ、半田ペースト印刷後のリフローによる半田パンプなどが好適であるが、それらに限定されるものではない。

【0094】次に、図4（b）の状態から、ロールコーター、カーテンフローコーター、スクリーン印刷、スピンコーターなどにより、図4（c）に示すように、感光性及び熱硬化性を有する封止樹脂6を厚さ1 μ m～100 μ m塗布し（図3のステップ113）、乾燥させる。

【0095】次いで、図4（d）に示すように、フォトマスク7を用いて、樹脂6を紫外線（UV）18で露光

（ステップ114）及び現像（ステップ115）し、樹脂パターンを形成する。

【0096】樹脂6をパターン化することによって、パンプ5上部の封止樹脂層6のみを除去した場合の模式図を図4（e）に示す。前述の特許第2503735号その他の従来の接続方法においては、図10（a）、

（b）に示すように、パッド部分周辺やパンプ部分周辺のみ、露光及び現像により、感光性及び熱硬化性を有する封止樹脂を除去していた。これに対して、本方法においては、図1（a）、（b）に示すように、封止樹脂層6の電極パッド3の周辺部分やパンプ5の周辺部分のみならず、機能素子1と接続されるべき回路基板10の配線に対応する部分8や、回路基板10に受動素子15が実装された場合にその受動素子15の領域に対応する部分14も露光（ステップ114）及び現像（ステップ115）により除去される。

【0097】この後、機能素子1をダイシングし（ステップ116）、チップの形状として、接続用の機能素子とする。このようにして形成された機能素子はパンプ5及び封止樹脂6を有しているため、パンプ及び封止樹脂が形成されていない回路基板と接続される（ステップ117）。

【0098】なお、機能素子1と接続される回路基板8の表面に封止樹脂6が密着する領域においては、機能素子1と回路基板8との接続の際に、荷重により封止樹脂6が流れ出ないように、図6に示すように、回路基板8の表面に予め適当な深さの窪み13を設けておくことができる。機能素子1と回路基板8との接続の際には、封止樹脂6は窪み13の中にはまり込む。

【0099】次に、上記の（2）の場合、すなわち、機能素子ウェハにパンプを形成し、さらに、回路基板に封止樹脂層を設ける場合（図3のAの場合）について以下に説明する。

【0100】まず、上記の（1）の場合、すなわち、図3のBの場合と同様に、ウェハの形状のまま機能素子にパンプを形成する。機能素子とフリップチップ接続される回路基板には、回路基板の表面の不純物をプラズマアッシャーなどにより除去した後、ロールコーター、カーテンフローコーター、スクリーン印刷又はスピンコーターなどにより、感光性及び熱硬化性を有する封止樹脂を厚さ1 μ m乃至100 μ m塗布し、乾燥させる（図3のステップ118）。

【0101】次いで、フォトマスク7を用いて、封止樹脂6を露光（ステップ119）及び現像（ステップ120）し、回路基板10の配線9の周辺部分8、回路基板10に受動素子15が実装された場合には、その受動素子15の周辺部分14、機能素子1側の電極パッドやパンプに対応する部分の封止樹脂層6をそれぞれ除去する。機能素子1の回路面において、樹脂によりデバイス特性が影響を受ける部分が存在する場合、その部分の封

止樹脂層 6 も除去する。

【0102】この後、機能素子をダイシングすることにより（ステップ 121）、接続用機能素子と機能素子搭載用基板となる（ステップ 122）。

【0103】なお、ステップ 111 におけるダイシングとステップ 121 におけるダイシングは二者択一である。

【0104】なお、図 3 の B の場合と同様に、図 7 に示すように、回路基板 8 に窪み 13 を設けておき、この窪み 13 の内部に樹脂パターン 6 を形成することも可能である。窪み 13 の深さは、機能素子 1 と回路基板 8 との接続の際に接続荷重により樹脂 6 が流れ出ないような深さに設定される。

【0105】次に、上記の（3）の場合、すなわち、回路基板の電極パッドにバンプを形成し、さらに、機能素子に封止樹脂層を設ける場合（図 3 の C の場合）について以下に説明する。

【0106】まず、スパッタ装置又は蒸着装置を用いて、膜厚 0.01 μm 乃至 0.1 μm 程度の Ti 薄膜層と Pd 薄膜層、Cr 薄膜層と Pd 薄膜層、Cr 薄膜層と Cu 薄膜層等の導電性薄膜を回路基板の表面に作成する。

【0107】その後、ロールコーター、カーテンフローコーター、スクリーン印刷又はスピンコーターなどにより、厚さ 1 μm 乃至 100 μm のメッキレジストを塗布し、露光及び現像によって、電極パッドの周辺の樹脂を除去し、レジストパターンを形成する。その後、電解メッキによりバンプを作成する。

【0108】その後のメッキバンプ形成の手順は図 3 の A 又は B の場合と同様である。機能素子上への封止樹脂層の形成は図 3 の B の場合と同様に行われる。すなわち、ロールコーター、カーテンフローコーター、スクリーン印刷又はスピンコーターなどにより、ウェハの形状のまま機能素子に感光性及び熱硬化性を有する封止樹脂を厚さ 1 μm ~ 100 μm 塗布し、乾燥させる（図 3 のステップ 123）。

【0109】この後、フォトマスクを用いて、パッドの周辺やバンプの周辺のみならず、機能素子と接続されるべき回路基板の配線に対応する部分の周辺、回路基板に受動素子が実装された場合には、その受動素子に対応する部分の周辺、機能素子の回路面において、樹脂によりデバイス特性が影響を受ける部分の周辺においても、露光（ステップ 124）及び現像（ステップ 125）により、封止樹脂層を除去する。

【0110】この後、機能素子をダイシングし（ステップ 126）、接続用機能素子と機能素子搭載用基板となる（ステップ 127）。

【0111】なお、図 8 に示すように、機能素子 1 に封止樹脂層 6 を設けることに対応して、機能素子 1 と接続される回路基板 8 の表面には、封止樹脂層 6 が密着する

領域において、窪み 13 を設けておくことができる。機能素子 1 と回路基板 8 とを接続させると、封止樹脂層 6 は窪み 13 の内部にはまり込む。窪み 13 の深さは、機能素子 1 と回路基板 8 との接続の際に、接続荷重により樹脂 6 が流れ出ない程度の深さに設定される。

【0112】次に、上記の（4）の場合、すなわち、回路基板の電極パッドにバンプを形成し、さらに、封止樹脂層を設ける場合（図 3 の D の場合）について以下に説明する。

10 【0113】まず、図 3 の C の場合と同様にして、回路基板にバンプ形成をした後、ロールコーター、カーテンフローコーター、スクリーン印刷又はスピンコーターなどにより、感光性及び熱硬化性を有する封止樹脂を回路基板上に厚さ 1 μm 乃至 100 μm 塗布し、乾燥させる（ステップ 128）。

20 【0114】この後、フォトマスクを用いて、封止樹脂を露光（ステップ 129）及び現像（ステップ 130）し、回路基板の配線部分の周辺、回路基板に受動素子が実装されている場合には、その受動素子の周辺、機能素子側の電極パッドやバンプ部分の周辺、機能素子の回路面において、樹脂によりデバイス特性が影響を受ける部分の周辺の封止樹脂層をそれぞれ除去する。

【0115】このようにして、機能素子搭載用回路基板が形成される。この機能素子搭載用基板にはバンプ及び封止樹脂が既に形成されているので、本機能素子搭載用基板は、バンプ及び封止樹脂が形成されていない機能素子と接続される（ステップ 131）。

30 【0116】なお、図 9 に示すように、機能素子 1 と接続される回路基板 8 の表面には、封止樹脂層 6 が密着する領域において、窪み 13 を設けておくことができる。封止樹脂層 6 は窪み 13 の内部に形成される。窪み 13 の深さは、機能素子 1 と回路基板 8 との接続の際に、接続荷重により樹脂 6 が流れ出ない程度の深さに設定される。

40 【0117】以上のように、接続前に機能素子にバンプを形成し、次いで、封止樹脂層を設ける方法（図 3 の B の場合）、機能素子にバンプを形成し、次いで、回路基板に封止樹脂層を設ける方法（図 3 の A の場合）、回路基板の電極パッドにバンプを形成し、次いで、機能素子に封止樹脂層を設ける方法（図 3 の C の場合）、又は、回路基板の電極パッドにバンプを形成し、次いで、封止樹脂層を設ける方法（図 3 の D の場合）の何れかにより形成した機能素子と機能素子搭載用基板とを接続する場合、それらの接続構造においては、機能素子と基板との間に感光性及び熱硬化性を有する封止樹脂層が存在し、かつ、基板の配線部分の周辺、機能素子と回路基板との間に L、C、R 等の受動素子が実装されている場合には、それらの受動素子の周辺、接続される機能素子の回路面において、樹脂によりデバイス特性が影響を受ける部分の周辺、パッド部分の周辺、バンプの周辺には樹脂

が存在しない構造となる。

【0118】感光性及び熱硬化性を有する封止樹脂としては、200cps乃至1000cpsの粘度を有する新日鐵化学株式会社製「V-259PA」（商品名）や、感光性基（ネガ型）を有するポリイミド前駆体である旭化成工業（株）製「バイメル」（商品名）、住友ベークライト株式会社製「スミレジン CRC-8300」（商品名）などを好適に用いることができるが、それらには限定されない。

【0119】上記の機能素子と機能素子搭載用基板とを接続させる際には、フリップチップマウンター装置を用いて、ツールに機能素子と機能素子搭載用基板のいずれか一方を真空吸着し、他方をステージに真空吸着する。その後、機能素子と機能素子搭載用基板との間でカメラにより位置合わせを行った後、熱圧着する。

【0120】温度が室温付近から機能素子特性が破壊される温度500℃までの間においては、圧力はパンプの数と樹脂面積に応じて設定される。具体的には、圧力は、金属配線部分の接続による電氣的導通が取れる最低圧力以上であって、構造欠陥が生じる最大圧力以下であり、かつ、封止樹脂層内に気泡や空隙が生じない大きさとする。

【0121】機能素子の回路面において、樹脂によりデバイス特性が影響を受ける部分が存在し、露光及び現像時にその部分の周辺の樹脂が除去してある場合には、熱圧着の際に、ツールとステージの双方にパルスヒーターやセラミックヒーター等の時間により温度プログラムを作成することができるフリップチップマウンター装置を用いる。これにより、熱圧着及び冷却の際、回路基板側の温度を機能素子側の温度より常に低くすることができ、ひいては、熱圧着時に発生する有機物ガスを冷却時に回路基板側に凝集及び付着させることができる。

【0122】回路基板の表面に樹脂によりデバイス特性が影響を受ける受動素子が存在し、露光及び現像時にその受動素子の周辺の樹脂を除去してある場合には、熱圧着及び冷却の際、回路基板側の温度が機能素子側の温度より常に高くなるように設定する。これによって、熱圧着時に発生する有機物ガスを冷却時に機能素子側へ凝集及び付着させることができる。

【0123】以上のように接続することにより、回路基板のパンプを介しての機能素子と配線部分との間の電氣的導通と、機能素子の活性面表面と回路基板の表面との間の樹脂による接着及び封止と、が同時に行われる。すなわち、一括的な接続を行うことができる。

【0124】なお、上記の機能素子と機能素子搭載用基板とを接続させる際に、超音波を印加させる機能を備えたフリップチップマウンター装置を用いることもできる。このようフリップチップマウンター装置を用いる場合には、ツールに機能素子1と機能素子搭載用基板8のいずれか一方を真空吸着し、他方をステージに真空吸着

し、接続工程においては、機能素子1と機能素子搭載用基板8との位置合わせを行い、図5（a）に示すように、パンプ5と、パンプ5に対応する電極9とを接触させた状態で超音波を付加させ、パンプ5と電極9との金属接合を行う。

【0125】その後、図5（b）に示すように、パンプ5を潰し、感光性及び熱硬化性を備えた封止樹脂6の表面が回路基板8の密着面に接触する程度の荷重を与え、加熱し、絶縁部分の樹脂接続を行う。

【0126】最後に、以上のように接続処理された機能素子1と機能素子搭載用基板8の接続体を複数個まとめて乾燥機内部に導入し、感光性及び熱硬化性を備えた封止樹脂6の硬化処理を行う。

【0127】乾燥機への投入前に、接続体の外周に別の封止樹脂をディスペンサーにより滴下しておき、乾燥機内で感光性及び熱硬化性を備えた封止樹脂6の硬化と同時に別の封止樹脂を硬化させることも可能である。

【0128】以下、上述の実施形態をさらに具体化した実施例について説明する。

【0129】最初に、本発明に係る機能素子にパンプを形成し、次いで、樹脂を塗布する場合（図3のBの場合）の実施例について説明する。

【0130】まず、3.5mm×5.3mmのシリコン半導体装置を用意する。このシリコン半導体装置上には、110 μ m四方の81個の電極パッドが150 μ mピッチで形成されている。この81個の全ての電極パッドに90 μ m四方のAuメッキパンプを形成した。

【0131】次いで、スパッタ装置を用いて、シリコン半導体装置の活性面側において、最初は、逆スパッタリングによって、シリコン半導体装置のアルミ酸化膜を除去し、続いて、順スパッタリング蒸着によって、膜厚0.05 μ mのTi薄膜層と0.15 μ mのPd薄膜層とを全面に設けた。その後、スパッタ装置から取り出したシリコン半導体装置にスピコーターでメッキレジストを厚さ約25 μ m塗布し、露光及び現像によって、電極パッド周辺の樹脂を除去したような樹脂パターンを形成した後、電解メッキによりAuメッキパンプを作成した。

【0132】Auメッキパンプは、Niメッキ、Auストライクメッキ、Auメッキの順で電解メッキすることにより、形成した。高さ約20 μ mのAuメッキパンプ形成後、メッキレジストはMEKやアルコール等の溶剤を用いて、ウェットエッチングにより除去した。

【0133】電解メッキのために作成したTi薄膜層とPd薄膜層はウェットエッチング法又はIBE等のドライエッチング法により、パンプ及び電極パッド以外の部分を除去した。この段階における状態は図4（b）に示す通りである。

【0134】次に、図4（c）に示すように、スピコーターにより、感光性及び熱硬化性を有する封止樹脂6

として、200cps乃至1000cpsの粘度を有する新日鐵化学株式会社製「V-259PA」（商品名）を全面にわたって厚さ約22 μ m塗布した。

【0135】封止樹脂6を乾燥させた後、図4（d）に示すように、フォトマスク7を用いて、封止樹脂6を露光及び現像し、樹脂パターンを形成した。本実施例においては、封止樹脂層6のパッド部分周辺やパンプ部分周辺のみならず、接続されるべき回路基板の配線に対応する部分8も、図1（a）、（b）に示すように、露光及び現像により、除去する。

【0136】次いで、機能素子1をダイシングすることにより、接続用のシリコン半導体装置を形成した。

【0137】このシリコン半導体装置を、渋谷工業株式会社製DB100（商品名）を用いて、フレキシブル基板に接続した。このフレキシブル基板には、高さが約30 μ mであり、かつ、表面がフラッシュAuメッキされた電極配線が形成されている。

【0138】次いで、パルスヒーターを備えるツールに接続用のシリコン半導体装置を吸着させ、コンスタントヒーターを備えるステージにフレキシブル基板を吸着させた。その後、シリコン半導体装置とフレキシブル基板との間でカメラにより位置合わせを行った。ステージは室温に保持しておき、ツールのパルスヒーターは、150℃で10秒、280℃で10秒、400℃で20秒の順で昇温した。荷重は最終的に10kg乃至40kgになるように、ツールのパルスヒーターの昇温に伴い、荷重を増加させた。

【0139】さらに、上記の場合とは別に、以下のようにして、機能素子と回路基板との接続を行った。

【0140】先ず、超音波付加機能とパルスヒート機能を持つツールに接続用のシリコン半導体装置を吸着させ、コンスタントヒート機能を持つステージにフレキシブル基板を吸着させた。

【0141】その後、シリコン半導体装置とフレキシブル基板との間でカメラにより位置合わせを行った。ステージは室温に保持しておき、図5（a）に示すように、パンプ先端と電極パッドとを接触させた状態で、ツールに超音波を印加することにより、パンプと電極との間の接続を行った。超音波は周波数40kHz、出力3W、処理時間0.6秒とした。

【0142】次いで、図5（b）に示すように、感光性及び熱硬化性を備えた封止樹脂と半導体チップの熱圧着による接続時においては、温度を室温から昇温させ、400℃で1秒間保持した。荷重は最終的に5kgとなるように、ツールのパルスヒーターの昇温に伴い、荷重を増加させた。

【0143】以上のようにして、電極部分のパンプを介した接続と、熱硬化性を有する封止樹脂によるシリコン半導体装置とフレキシブル基板との間の接続とを同時に行う一括接続を行った。

【0144】従来の方法では、40kg以上の荷重を加えて熱圧着していたため、シリコン半導体装置が搭載されたフレキシブル基板表面が大きく窪み、フレキシブル基板表面上の回路が位置ずれを起こしていた。このような状態の下で、シリコン半導体装置はフレキシブル基板に接続されていたため、パンプと基板電極の接続部分との間の電氣的導通を得ることは極めて難しかった。

【0145】本実施例に従って接続されたフレキシブル基板とシリコン半導体装置においては、従来の方法と比較して低い荷重で熱圧着を行うことができた。また、シリコン半導体装置が搭載されたフレキシブル基板表面の窪みが従来に比べて小さく、フレキシブル基板上の回路の位置ずれに起因するパンプと基板電極との間の接続不良個所がなくなり、-40℃乃至125℃の熱サイクル試験においては、1000サイクルを突破することができた。

【0146】次に、本発明に係る回路基板の電極にパンプを形成し、次いで、封止樹脂層を設ける場合（図3のDの場合）の実施例について説明する。

【0147】先ず、FR-4を基材としたプリント基板を準備した。このプリント基板の表面には、高さ約7 μ mの配線が110 μ mピッチで形成されている。

【0148】次いで、スパッタ装置又は蒸着装置を用いて、膜厚0.01 μ m乃至0.1 μ m程度のTi薄膜層とPd薄膜層を形成した。

【0149】その後、ロールコーターにより、メッキレジストを厚さ約20 μ m塗布し、露光及び現像によって、パンプ用パターンを作成した後、Niメッキ、Auストライクメッキ、Auメッキの順で電解メッキすることにより、高さ約7 μ mのAuパンプを形成した。メッキレジストはMEKやアルコール等の溶剤を用いてウェットエッチングにより除去した。電解メッキのために作成したTiとPd薄膜層はIBEを用いてドライエッチング法により除去した。

【0150】その後、スピンコーターにより、感光性及び熱硬化性を有する封止樹脂として、200cpsから1000cpsの粘度を有する新日鐵化学株式会社製「V-259PA」（商品名）を厚さ約14 μ m塗布し、乾燥させた。

【0151】その後、フォトマスクを用いて、封止樹脂層のパッドの周辺やパンプの周辺の部分のみならず、回路基板の配線の周辺の部分を除去し、樹脂パターンを形成した。

【0152】このようにして作成した機能素子搭載用基板を4mm×13mmのペアシリコン半導体装置に接続した。接続は渋谷工業株式会社製DB100（商品名）を用いて行い、パルスヒーターを備えるツールにシリコン半導体装置を吸着させ、コンスタントヒーターを備えるステージに機能素子搭載用基板を吸着させた。ツールのパルスヒーターは150℃で10秒の後、200～3

50℃で20秒の順で昇温し、ツール荷重はパルスヒーターの昇温に伴い増加させ、最終的に5乃至20kgになったときに、機能素子搭載用基板をシリコン半導体装置に接続した。

【0153】従来の方法においては、基板配線のために樹脂表面における凹凸が大きくなり、回路基板とベアシリコン半導体装置との接続後において、樹脂と半導体の接続界面に大きな空隙が生じ、パンプと基板電極との接続箇所における電気的導通を得ることが難しく、また、ダイシェア強度も低かった。

【0154】本実施例に係る方法に従って機能素子搭載用基板とベアシリコン半導体装置とを接続させた場合には、樹脂と半導体の接続界面に空隙が生じることはなく、また、パンプと基板電極との間の接続不良箇所がなくなり、良好な電気的導通を得ることができた。

【0155】次いで、本発明に係る機能素子にパンプを形成し、さらに、回路基板に封止樹脂層を設ける場合（図3のAの場合）の実施例を説明する。

【0156】まず、SAWフィルターのLiTaO₃、LiNbO₃又は水晶などからなるウェハのA1パッド上に直径約100μm、台座の高さ約25μmのAuスタッドパンプを形成した。その後、ダイシングして接続用の機能素子とした。

【0157】フリップチップ接続される回路基板は、FR-4、ガラスセラミックス又はアルミナを基材とした基板である。この回路基板の表面の不純物をプラズマアッシャーにより除去した後、スピンコーターにより、感光性及び熱硬化性を有する封止樹脂として、200cps乃至1000cpsの粘度を有する新日鐵化学株式会社製「V-259PA」（商品名）を厚さ20～50μm塗布し、乾燥させた。

【0158】その後、フォトマスクを用いて、露光及び現像し、回路基板の配線部分、及び、接続されるSAWチップのI、D、T、電極部分に対応する部分の封止樹脂層を除去し、機能素子搭載用基板とした。

【0159】機能素子と機能素子搭載用基板との接続は、渋谷工業株式会社製DB200（商品名）を用い、パルスヒーターを備えるツールにSAWチップを吸着させ、同じくパルスヒーターを備えるステージに機能素子搭載用基板を吸着させた。

【0160】熱圧着による接続の際には、I、D、T、電極に樹脂が付着することによってデバイス特性が変化するため、熱圧着及び冷却のときに回路基板の温度を機能素子の温度よりも常に低くすることによって、熱圧着時に発生する有機物ガスが冷却時に回路基板に凝集及び付着するようにした。

【0161】ツールのパルスヒーターを200℃で5秒、280℃で10秒、380℃で20秒の順で昇温させ、同時に、ステージのパルスヒーターは200℃で5秒、280℃で10秒、280℃で20秒の順で昇温さ

せた。荷重は、ツールとステージのパルスヒーターの昇温に伴い増加させ、最終的に3乃至5kgになるようにした。

【0162】以上のようにして機能素子と機能素子搭載用基板とを接続することにより、回路基板のAuパンプを介してのSAWチップと配線部分との接合と、SAWチップ活性面表面と回路基板表面との間の樹脂による接着及び封止とを同時に行った。

【0163】従来の方法によれば、回路基板に樹脂を塗布した後、電極配線部分の周辺の樹脂を除去しなかったため、樹脂表面に凹凸ができていた。このため、SAWチップを回路基板に熱圧着する際には、約20kg以上の荷重を加えなければ、SAWチップと樹脂との接続界面に大きな空隙が生じ、SAWチップが加圧された際に割れることがあった。また、熱圧着による接続時において、基板を吸着させたステージ側の温度がSAWチップを吸着させたツール側の温度よりも大きかったため、昇温時に発生した余分な樹脂がI、D、T、電極部分に付着していた。

【0164】これに対して、本実施例においては、SAWチップと樹脂との接続界面に大きな空隙が生じることはなく、従来の方法に比べて小さな荷重で樹脂全面をSAWチップに密着させることができた。さらに、接続時において、余分な樹脂がI、D、T、電極部分に付着することがなく、SAWチップ特有のフィルター特性を得ることができた。

【0165】次いで、本発明に係る機能素子にパンプを形成し、さらに、回路基板に封止樹脂層を設ける場合（図3のAの場合）の他の実施例を説明する。

【0166】まず、SAWフィルターのLiTaO₃、LiNbO₃又は水晶などからなるウェハのA1パッド上に直径約100μm、台座の高さ約25μmのAuスタッドパンプを形成した。その後、ダイシングして接続用の機能素子とした。

【0167】フリップチップ接続される回路基板は、FR-4、ガラスセラミックス又はアルミナを基材とした基板である。この基板には、樹脂パターンが形成される領域に、予め深さ0.03乃至0.3mmの窪みが形成されている。

【0168】この回路基板の表面の不純物をプラズマアッシャーにより除去した後、スピンコーターにより、感光性及び熱硬化性を有する封止樹脂として、200cps乃至1000cpsの粘度を有する新日鐵化学株式会社製「V-259PA」（商品名）を厚さ20～50μm塗布し、乾燥させた。

【0169】その後、フォトマスクを用いて、露光及び現像し、回路基板の配線部分、及び、接続されるSAWチップのI、D、T、電極部分に対応する部分の封止樹脂層を除去し、機能素子搭載用基板とした。

【0170】機能素子と機能素子搭載用基板との接続は

渋谷工業株式会社製「DB200（商品名）」を用い、パルスヒーター及び超音波付加機能を有するツールに SAWチップを吸着させ、パルスヒーターを持つステージに機能素子搭載用基板を吸着させて、行った。

【0171】機能素子のパンプと基板の電極パッドとの接続は、パンプと電極とを接触させた状態で、ツールに超音波を印加させることにより行った。超音波は周波数 40kHz、出力 3W、処理時間 0.5 秒とした。

【0172】熱圧着による接続の際には、I. D. T. 電極に樹脂が付着することによってデバイス特性が変化するため、熱圧着及び冷却のときに回路基板の温度を機能素子の温度よりも常に低くすることによって、熱圧着時に発生する有機物ガスが冷却時に回路基板に凝集及び付着するようにした。

【0173】ツールのパルスヒーターを室温から昇温させ、300℃で 1 秒間保持した。同時に、ステージのパルスヒーターを室温から昇温させ、200℃で 1 秒間保持した。荷重は、ツールとステージのパルスヒーターの昇温に伴い、最終的に 3 乃至 5 kg になるようにした。

【0174】以上のようにして、SAWチップと回路基板の Au パンプによる配線部分の接合に続いて、SAWチップ活性面表面と回路基板表面との間の樹脂による接着を行った。接続されたパッケージは、複数個まとめて 150℃の乾燥機中に 3 時間保持され、これにより、樹脂を硬化させた。

【0175】従来の熱圧着による方法では、回路基板に樹脂を塗布した後、SAWチップを回路基板に熱圧着する際、チップ側パンプと基板側パッドとの金属接続に約 20 秒以上の時間を必要とした。また、熱圧着による接続時において、基板を吸着させたステージ側の温度が SAWチップを吸着させたツール側の温度よりも大きかったため、昇温時に発生した余分な樹脂が I. D. T. 電極に付着していた。

【0176】本実施例によれば、SAWチップと樹脂との接続界面に大きな空隙ができることはなく、従来の接続方法と比べて小さな荷重で樹脂全面を SAWチップに密着させることができる。さらに、接続時に余分な樹脂が I. D. T. 電極部分に付着することがなく、SAWチップ特有のフィルター特性を得ることができた。

【0177】以下、本発明に係る機能素子の他の実施形態を示す。

【0178】前述の実施形態においては、図 4 (a) に示すように、機能素子 1 上にパッシベーション膜 2 が形成されていたが、以下の例では、パッシベーション膜 2 は形成されていないものとする。

【0179】本実施形態においては、感光性及び熱硬化性を有する封止樹脂として、感光性基（ネガ型）を有するポリイミド前駆体である旭化成工業（株）製「パイレール」（商品名）又は感光性基（ポジ型）を有する住友ベークライト株式会社製「スミレジン CRC-830

0」（商品名）を機能素子の活性面に 10 乃至 50 μm の厚さで直接塗布し、フリップチップ接続される回路基板の配線に対応する部分の樹脂をパッド部分周辺の樹脂とともに露光及び現像により除去した。

【0180】これにより、パッシベーションの機能とともに接続用の機能をも備えた封止樹脂層を有する機能素子を得ることができた。

【0181】露光及び現像後にパターンニングした感光性及び熱硬化性を備えた封止樹脂による絶縁部分の接続を超音波の印加により行う場合、パンプと電極パッドの導通部分に対する超音波の印加と同時に、熱と荷重を加えることにより、接続に要する時間をさらに短縮することが可能となる。

【0182】また、複数個の接続後のパッケージを乾燥機に投入する前に、チップ外周を別の封止樹脂で覆っておけば、乾燥機中で、感光性及び熱硬化性を備えた封止樹脂の硬化と同時にチップ外周の別の封止樹脂を硬化させることも可能である。

【0183】

【発明の効果】第 1 の効果は、露光及び現像の際に、感光性及び熱硬化性を備えた封止樹脂をパッド部分周辺やパンプ部分周辺のみ除去していた従来の接続に比べて、小さな圧力で封止樹脂層に気泡を含まず、かつ、構造的な欠陥が少なく、信頼性の高い、機能素子と回路基板との間の接続が可能となることである。

【0184】その理由は、本発明に係る機能素子と機能素子搭載用基板は、接続時に、機能素子のパンプ又は回路基板の配線部分のパンプが当たる部分の何れかが潰れるだけであり、樹脂は回路基板の配線部分や受動素子に当たらないので、樹脂部分が潰れなくても、樹脂は機能素子の表面と回路基板の表面に密着することができるためである。

【0185】第 2 の効果は、機能素子と回路基板との接続に際しては、機能素子に形成されたパンプの高さを従来に比べて低くすることができるため、パンプ自体の材料コストを下げる点である。

【0186】また、メッキパンプでは、パンプ形成工程時間を短縮することができる。また、厚さ 20 μm 以上の銅箔を用いた既存のプリント回路基板などへの機能素子の接続も容易である。

【0187】その理由は、感光性及び熱硬化性を備えた封止樹脂部分が潰れなくても、樹脂はチップ表面と回路基板表面の双方に密着するので、封止樹脂層の厚さは回路基板上の配線厚さと機能素子のパンプの高さの和に等しくなるようにすればよいので、パンプの高さは自由に設計できるためである。

【0188】第 3 の効果は、パンプの高さが感光性及び熱硬化性を備えた封止樹脂層の厚さより大きくなることはないので、密着型露光機を用いて露光する際、フォトマスクなどでパンプ先端を潰すことがないことである。

10

20

30

40

50

このため、接続時の圧力を大きくする必要がなく、信頼性のある接続を実現することが可能になる。

【0189】その理由は次の通りである。パンプ先端が潰れてしまうと、接続前のパンプ高さが設計値よりも小さくなり、熱圧着によって封止樹脂表面が回路基板表面に達したとしても、機能素子のパンプが回路基板の電極に接触しないことがある。流動性の小さい感光性及び熱硬化性を備えた封止樹脂を用いて接続する場合、本発明においては、接続時に、配線上に樹脂が乗ることはないので予めパンプの高さを封止樹脂層の厚さより小さく設計しても、パンプ先端は電極部分に接触することができる。このため、密着型露光機を用いて露光する際、パンプ先端を潰すことはない。

【0190】第4の効果は、パターン形成された感光性及び熱硬化性を備えた封止樹脂を介しての回路基板と機能素子との熱圧着による接続において、熱圧着時に発生する余分な樹脂が受動素子や、チップ回路面において、樹脂によりデバイス特性に影響を受ける部分に付着することを防止でき、熱硬化性樹脂と電極部分とを一括接続することが可能になる点である。

【0191】その理由は次の通りである。本発明では、機能素子の回路面において、樹脂によりデバイス特性に影響を受ける部分が存在し、露光及び現像時にその部分の周辺の樹脂が除去される場合、熱圧着及び冷却の際に、回路基板の温度を機能素子の温度より常に低くすることによって、熱圧着時に発生する有機物ガスが冷却時に回路基板に凝集及び付着するようにしている。また、回路基板の表面において、樹脂によりデバイス特性に影響を受ける受動素子が存在し、露光及び現像時にその受動素子の周辺の樹脂が除去される場合、熱圧着及び冷却の際に、回路基板の温度を機能素子の温度より常に高くすることによって、熱圧着時に発生する有機物ガスが冷却時に機能素子に凝集及び付着するようにしている。このように、余分な樹脂が受動素子やデバイス特性に影響を与える部分に付着することを防止することができるので、樹脂と電極部分とを一括して接続することができる。

【0192】第5の効果は、熱圧着による従来技術と比較して、超音波によるパンプと電極パッドの導通部分接続と、それに続く熱圧着による感光性及び熱硬化性を備えた封止樹脂による絶縁部分接続とにおいて、接続工程に要する時間を大幅に短縮することができ、生産性を向上させることが可能であるという点である。

【0193】その理由は以下の通りである。従来の熱圧着を用いた方法では、金パンプ等の高融点金属を用いる場合、熱による金属原子の拡散接合を行う。そのため、加圧と同時に熱を加えている時間が約20秒以上は必要となる。

【0194】本発明による機能素子と機能素子搭載用基板との接続においては、パンプによる導通部分の接続を

低荷重、室温付近の低温で超音波を印加することにより行い、その後の樹脂による絶縁部分の接続を室温付近でタック性があり、かつ、低弾性の樹脂を用いることにより、低温、低応力、短時間で絶縁部分の熱圧着接続を行うことが可能となる。このため、超音波による導通部分の接続に要する時間が約1秒、熱圧着での絶縁部分の接続に要する時間が約1秒であり、結局、接続工程を2秒程度で処理することができる。

【0195】第6の効果は、本発明によれば、図13のような従来の熱圧着による導通部分と絶縁部分の一括接続の場合と比較して、超音波による金属パンプと電極パッドとの接続最適条件と、熱圧着による感光性及び熱硬化性を備えた封止樹脂の接続最適条件とを別個に求めることができるため、接続信頼性が向上するという点である。

【0196】その理由は、本発明による接続方法では、図5(a)のようなパンプによる導通部分の接続と、図5(b)のような樹脂による絶縁部分の接続とを、超音波の印加による接続と熱圧着による接続の2つの接続方式に振り分けているため、樹脂による絶縁部分の接続とパンプによる電極間の導通部分の一括接続を行う従来の場合とは異なり、パンプの接続最適条件と、感光性及び熱硬化性を備えた封止樹脂による接続最適条件とを同時に満たす条件を求める必要はなく、各々の最適条件を用いることができるため、信頼性の高い接続が可能となる。

【0197】第7の効果は、本発明によれば、図13のような従来の熱圧着による導通部分と絶縁部分の一括接続の場合と比較して、パンプに加える荷重を小さくすることができるため、機能素子や機能素子搭載用基板へのダメージを少なくすることができ、接続信頼性を向上させることが可能であるという点である。

【0198】その理由は以下の通りである。本発明における超音波によるパンプ接続に続く熱圧着においては、図5(b)に示すように、回路基板または機能素子表面に感光性及び熱硬化性を備えた封止樹脂が密着するため荷重が与えられるにすぎず、図13(b)に示すように、樹脂による絶縁部分の接続とパンプによる電極間の導通部分の一括接続を行う従来の熱圧着とは異なり、樹脂と同時にパンプを潰すことを目的とした高荷重を必要とはしない。このため、機能素子や機能素子搭載用基板等の各部材へのダメージの少ない、信頼性の高い接続を行うことが可能となる。

【0199】第8の効果は、図13のような従来の熱圧着による導通部分と絶縁部分の一括接続の場合とは異なり、本発明によれば、接続後の電気検査において導通不良となった接続体を抽出し、再度、半導体装置と回路基板とを接続することが可能であるという点である。

【0200】その理由は以下の通りである。本発明における感光性及び熱硬化性を備えた封止樹脂は、熱圧着の

工程で約 1 秒間、樹脂の硬化温度以下の温度で加熱されるだけであるので、熱による硬化反応はほとんど進行しない。このため、半導体装置と回路基板との接続後においては、接着樹脂は熱可塑性の状態にあり、電気検査で接続不良となったパッケージを加熱することにより、接続後のパッケージの機能素子から機能素子搭載用基板を容易に剥離することができる。それらの機能素子及び機能素子搭載用基板は、再度、接続に使用することができる。

【0201】電気検査に合格したパッケージは複数個をまとめて乾燥機中に導入し、接着樹脂を硬化させることにより、1 個のパッケージの樹脂硬化に要する時間を短縮することができる。

【0202】第 9 の効果は、図 6 及び図 8 に示したように、機能素子に形成した樹脂パターン密着面に相当する部分を予め窪ませた機能素子搭載用基板を用いることにより、または、図 7 及び図 9 に示したように、予め窪ませた部分に樹脂パターンを形成した機能素子搭載用基板を用いることにより、図 5 (a) に示すように超音波を印加する際、パンプ先端が電極パッドに、及び、樹脂が基板表面に接していても、樹脂が導通接続部分に影響を与える領域に流れ込むことはない。

【0203】また、同様に、図 5 (b) に示すような熱圧着の際に、加圧によって、樹脂が導通接続部分に流れ込むことはない。このため、信頼性の高い接続を行うことが可能になる。

【0204】その理由は以下の通りである。図 6 及び図 8 に示したように、機能素子に形成した樹脂パターン密着面に相当する部分を予め窪ませた機能素子搭載用基板を用いることにより、または、図 7 及び図 9 に示したように、予め窪ませた部分に樹脂パターンを形成した機能素子搭載用基板を用いることにより、超音波を印加した場合にも感光性及び熱硬化性を備えた封止樹脂が回路基板の窪んだ領域から外へ出ることがない。

【0205】また、図 5 (b) に示すように、熱圧着の際に、加圧により、流動性を有する樹脂が窪んだ領域から外へ出ることがない。

【0206】第 10 の効果は、図 14 に示した半導体素子と回路基板の接続と比較して、パンプと電極パッドとを接触させた状態で超音波を印加する際、パンプ周辺部分に樹脂が存在しないため、全てのパンプに対して均一な超音波を与えることが可能であり、さらに、パンプと電極の間に樹脂を巻き込むこともない。このため、信頼性の高い接続が可能であるという点である。

【0207】その理由は以下の通りである。感光性及び熱硬化性を備えた封止樹脂は、パターン形成の工程において、露光前の乾燥により既に光硬化の状態にあり、露光によってさらに光硬化した状態になるので、図 14 に示したような流動性の高い樹脂の場合と異なり、加圧によって機能素子と基板との間の隙間から流れた樹脂がマ

ウンターのツール・ヘッド部分を汚すおそれはなく、さらに、樹脂内部からの気泡の発生を防ぐこともできる。

【0208】また、露光及び現像によってパンプ周辺部分に樹脂が存在しないパターンを形成することが可能であるので、パンプと回路基板との間に樹脂を巻き込むこともない。

【0209】さらに、図 5 (a) に示すように、超音波を印加する際、パンプと電極との接続に係わる領域以外には、機能素子と回路基板とが接触している領域は存在しないため、全てのパンプに均一に超音波を付加することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】(a) は本発明に従って形成された、機能素子上における感光性及び熱硬化性を備えた封止樹脂パターンの模式図であり、(b) は (a) の 1b-1b 線における断面図である。

【図 2】本発明による機能素子と回路基板のフリップチップ接続部の断面図である。

【図 3】本発明による機能素子及び機能素子搭載用基板の形成プロセスのフローチャートである。

【図 4】(a) 乃至 (d) は、機能素子へのパンプ形成、感光性及び熱硬化性を備えた封止樹脂の塗布から露光及び現像までのプロセスを示す各工程における断面図である。

【図 5】(a) は、本発明による機能素子に形成されたパンプと基板電極とを接触させ、超音波を印加している工程の模式図であり、(b) は、機能素子に形成された感光性及び熱硬化性を備えた封止樹脂のパターンと基板とを熱圧着により接続している工程の模式図である。

【図 6】本発明によるパンプと感光性及び熱硬化性を備えた封止樹脂のパターンとが形成された機能素子と、機能素子搭載用基板との断面図である。

【図 7】本発明によるパンプが形成された機能素子と、感光性及び熱硬化性を備えた封止樹脂のパターンが形成された機能素子搭載用基板との断面図である。

【図 8】本発明による感光性及び熱硬化性を備えた封止樹脂のパターンが形成された機能素子と、パンプが形成された機能素子搭載用基板の断面模式図である。

【図 9】機能素子と、本発明によりパンプと感光性及び熱硬化性を備えた封止樹脂のパターンとが形成された機能素子搭載用基板との断面図である。

【図 10】(a) は従来の方法によって形成した、機能素子上における感光性及び熱硬化性を備えた封止樹脂パターンの模式図であり、(b) は (a) の 10b-10b 線における断面図である。

【図 11】従来の方法により接続した機能素子と回路基板のフリップチップ接続部の断面図である。

【図 12】(a) は、パンプの高さが封止樹脂の厚さより大きい場合の機能素子の断面図であり、(b) は、密着型露光機を用いて、(a) に示す機能素子を露光した

場合の断面図である。

【図13】従来の方法によりパンプと樹脂パターンとが形成された機能素子と機能素子搭載用基板との断面図であり、(a)は接続前の状態、(b)は接続後の状態を示す。

【図14】従来の方法により電極を接着樹脂で覆った基板と機能素子との断面図であり、(a)は接続前の状態、(b)は接続後の状態を示す。

【符号の説明】

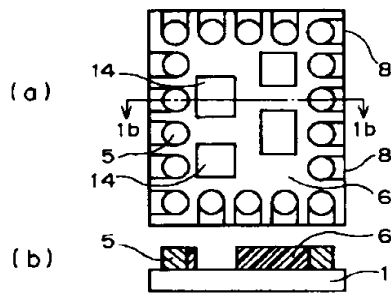
- 1 機能素子
- 2 パッシベーション膜
- 3 電極パッド
- 4 導電性薄膜

- 5 パンプ
- 6 感光性及び熱硬化性を備えた封止樹脂
- 7 フォトマスク
- 8 回路基板の配線部分に対応する部分
- 9 回路基板の配線部分

- 10 回路基板
- 11 パンプ先端
- 12 空隙
- 13 窪み

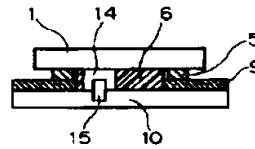
- 10 回路基板側の受動素子が実装されている場所に対応する部分
- 15 受動素子
- 18 UV

【図1】



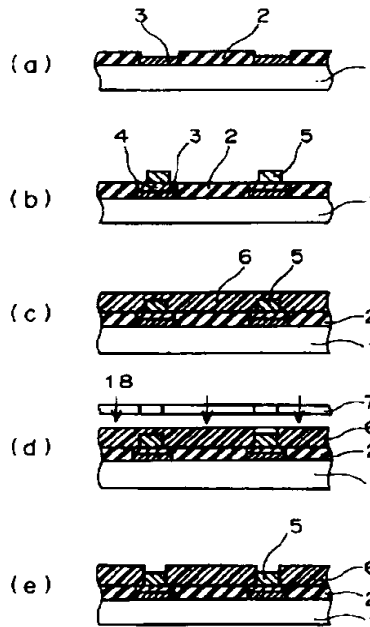
- 1 : 機能素子
- 5 : パンプ
- 6 : 樹脂層
- 8 : 配線部分に対応する部分
- 14 : 受動素子に対応する部分

【図2】



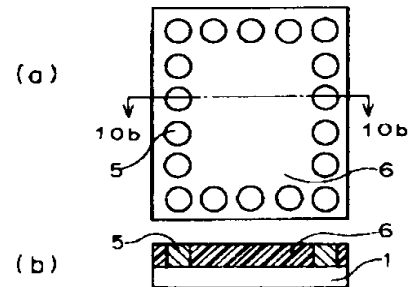
- 1 : 機能素子
- 5 : パンプ
- 6 : 樹脂層
- 9 : 配線部分
- 10 : 回路基板
- 14 : 受動素子に対応する部分
- 15 : 受動素子

【図4】



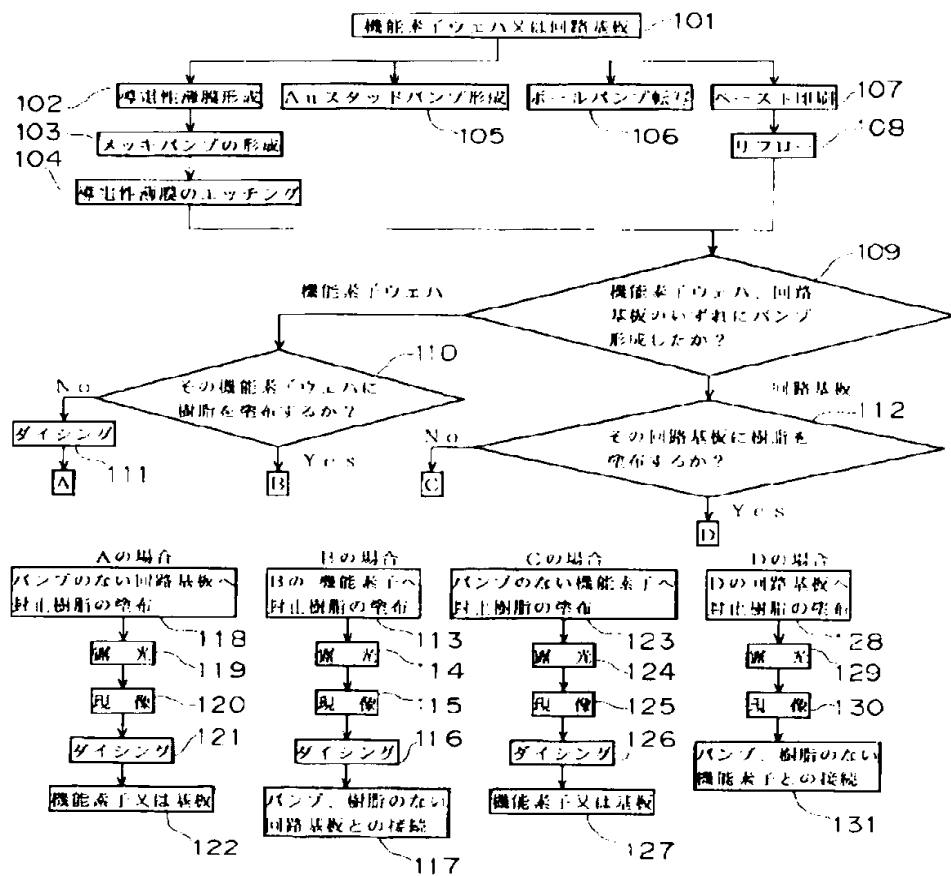
- 1 : 機能素子
- 2 : パッシベーション膜
- 3 : 電極パッド
- 4 : 導電性薄膜
- 5 : パンプ
- 6 : 樹脂
- 7 : フォトマスク
- 18 : UV

【図10】

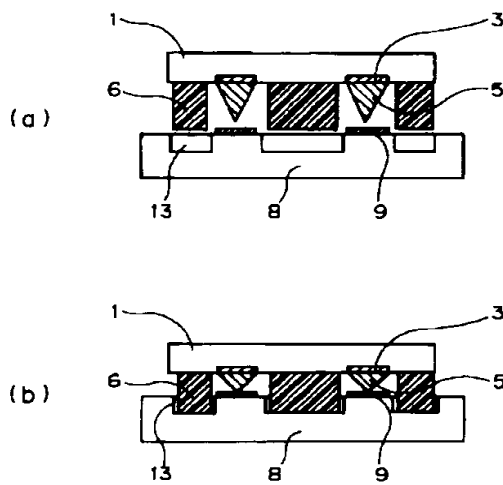


- 1 : 機能素子
- 5 : パンプ
- 6 : 樹脂

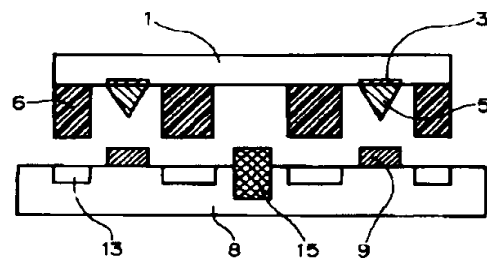
【図 3】



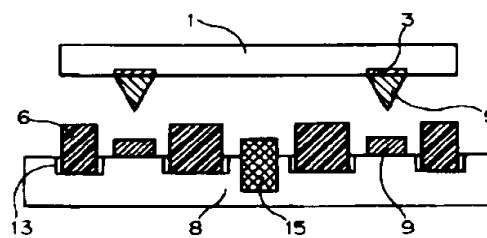
【図 5】



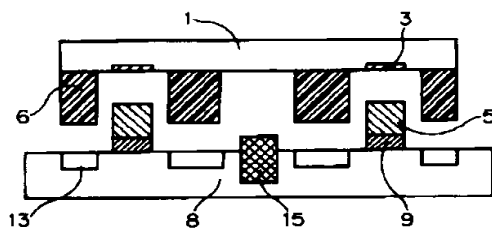
【図 6】



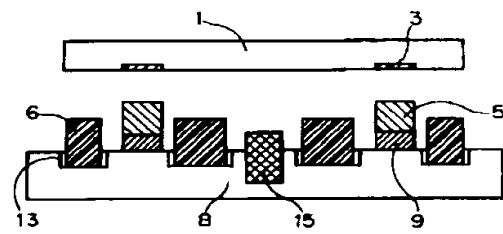
【図 7】



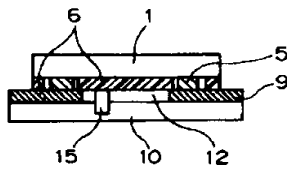
【図 8】



【図 9】

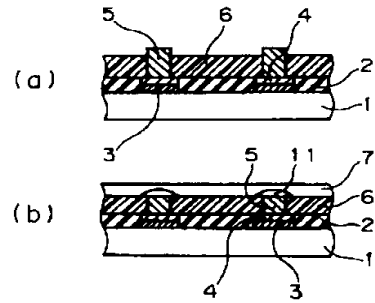


【図 11】



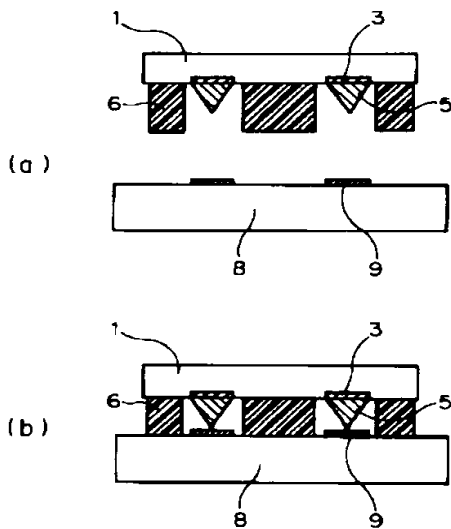
1 : 機能素子 10 : 回路基板
5 : パンプ 12 : 空隙
6 : 樹脂 15 : 受動素子
9 : 配線層

【図 12】



1 : 機能素子 5 : パンプ
2 : パッシベーション膜 6 : 封止樹脂
3 : 電極パッド 7 : フォトマスク
4 : 導電性薄膜 11 : パンプ先端

【図 13】



【図 14】

